

Fanny Malin
Juha Luoma

NOPEUSNÄYTTÖJEN NOPEUS- VAIKUTUKSET KAUPUNKI- YMPÄRISTÖSSÄ - OSA 2



Fanny Malin, Juha Luoma

Nopeusnäyttöjen nopeusvaikutukset kaupunkiympäristössä - osa 2

Väyläviraston tutkimuksia 6/2019

Väylävirasto

Helsinki 2019

Kannen kuva: Mikko Tiihonen

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN	2490-0982
ISBN	978-952-317-672-0

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. 0295 34 3000

Fanny Malin ja Juha Luoma: Nopeusnäyttöjen nopeusvaikutukset kaupunkiympäristössä - osa 2. Väylävirasto. Helsinki 2019. Väyläviraston tutkimuksia 6/2019. 28 sivua ja 3 liitettä. ISSN 2490-0982, ISBN 978-952-317-672-0.

Avainsanat: ajonopeus, kaupunkiympäristö, liikenneturvallisuus, kuljettajat, käyttäytyminen

Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nopeusnäyttöjen lyhyt- ja pitkäaikaisvaikutuksia ajoneuvojen nopeuksiin vilkkailla ja rauhallisilla paikallisilla kokoojakaduilla. Tutkimusasetelma oli ennen-jälkeen-tutkimus kontrolliaineiston kanssa. Ajonopeuksia mitattiin neljässä tutkimuskohteessa kuudessa eri vaiheessa: ennen asentamista, asentamisen jälkeen (0, 1, 3 ja 5 kk) ja poistamisen jälkeen. Nopeuksia mitattiin kahdessa pisteessä: ennen nopeusnäyttöä (noin 100 m ennen suojatietä) ja nopeusnäytön jälkeen (noin suojatien kohdalla).

Näytöillä oli suuremmat vaikutukset ja siten myös myönteisemmät liikenneturvallisuusvaikutukset rauhallisilla kaduilla kuin vilkkailla kaduilla. Näytön ollessa päällä kaikkien ajoneuvojen keskinopeudet alenivat suojatien kohdalla 1,5–2,8 km/h rauhallisissa ja 0,5–2,0 km/h vilkkaissa kohteissa. Vaikutukset ylinopeutta ajaneiden osuuteen olivat -17...-4 %-yksikköä rauhallisissa kohteissa ja -2...+1 %-yksikköä vilkkaissa kohteissa. Vastaavat vaikutukset yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuuteen olivat -10...-6 %-yksikköä ja -14...+7 %-yksikköä. Nopeuden lasku säilyi ajan myötä ainakin useimmissa kohteissa, eli nopeusnäytöt voivat alentaa nopeuksia myös pitkällä aikavälillä. Toisaalta näytöillä oli vain pieni vaikutus kuljettajien lähestymisnopeuden muutokseen viimeisen 100 metrin matkalla ennen suojatietä.

Vapaasti ajavien ajoneuvojen keskinopeudet eivät vähentyneet yhtä paljon kuin kaikkien ajoneuvojen keskinopeudet. Näytöt vaikuttivat siten vähemmän itse nopeutensa valitsevien kuljettajien käyttäytymiseen, mikä on suojatietä käyttävien jalankulkijoiden turvallisuuden kannalta kielteinen tulos. Tosin eroa ei havaittu ylinopeutta ajaneiden osuuksissa. Näytöillä oli myös pienempi vaikutus yöliikenteessä verrattuna muihin vuorokauden aikoihin.

Viikko näyttöjen poistamisen jälkeen ajonopeudet olivat suojatien kohdalla alhaisempia verrattuna ennen-vaiheeseen. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty pidempiaikaisia vaikutuksia näytön poistamisen jälkeen.

Fanny Malin och Juha Luoma: Hastighetstavlors effekt på körhastigheter i tätorter – Del 2. Trafikledsverket. Helsingfors 2019. Trafikledsverkets undersökningar 6/2018. 28 sidor och 3 bilagor. ISSN 2490-0982, ISBN 978-952-317-672-0.

Nyckelord: hastighetstavla, körhastighet, tätort, trafiksäkerhet, förarbeteende

Sammanfattning

Syftet med studien var att utreda kort- och långsiktiga effekter av hastighetstavlor på körhastigheter på livligt och lugn lokal uppsamlingsgata. Forskningsdesignen var en för-efter-studie med kontrollmätningar. Körhastigheter mättes på fyra olika platser under sex faser: före installation, efter installation (0, 1, 3 och 5 månader) och efter avlägsnande. Körhastigheter mättes på två olika ställen: före hastighetstavlan (ca 100 m före ett övergångsställe) och efter hastighetstavlan (ungefär vid övergångsstället).

Hastighetstavlorna hade större inverkan på lugna än livliga lokala uppsamlingsgator och därmed också större trafiksäkerhetspåverkan. Medan hastighetstavlorna var på, sjönk alla fordons medelhastighet med 1,5–2,8 km/h på de livliga och 0,5–2,0 km/h på de lugna gatorna. Andelen fordon som överskred hastighetsgränsen förändrades med -17...-4 %-enheter på de lugna och -2...+1 %-enheter på de livliga gatorna. Motsvarande ändringar i andelen fordon som överskred hastighetsgränsen med över 10 km/h var -10...6 %-enheter och -14...+7 %-enheter. Körhastigheterna förblev lägre på de flesta platser utmed studien, vilket tyder på att hastighetstavlorna kan ha en långsiktig inverkan. Å andra sidan hade hastighetstavlorna endast en liten inverkan på ändringen i körhastigheten under de sista 100 metrarna före övergångsstället.

Medelhastighetseffekten var lägre för fritt körande fordon jämfört med alla fordon. Förändringen i andelen fordon som överskred hastighetsbegränsningen var av samma storlek som alla fordon. Hastighetstavlorna hade således en mindre inverkan på förare som väljer sin egen hastighet, vilket kan ha en negativ inverkan trafiksäkerheten för fotgängare vid övergångsstället. Hastighetstavlorna hade också en mindre inverkan nattetid jämfört med andra tider på dagen.

En vecka efter hastighetstavlornas avlägsnande var körhastigheterna vid övergångsstället lägre jämfört med före installation. Denna studie undersökte inte långtidseffekter efter avlägsnandet av hastighetstavlor.

Fanny Malin and Juha Luoma: Speed displays' effect on driving speeds in urban environments – Part 2. Finnish Transport Infrastructure Agency. Helsinki 2019. Research reports of the Finnish Transport Infrastructure Agency 6/2019. 28 pages and 3 appendices. ISSN 2490-0982, ISBN 978-952-317-672-0.

Keywords: speed display, driving speed, urban environment, traffic safety, driver behavior

Abstract

The aim of the study was to examine the short- and long-term effects of speed displays on vehicle speeds on busy and quiet local collector roads. The design was a before-after study with control sites. Driving speeds were measured at four study sites during six stages: before installation, after installation (0, 1, 3 and 5 months) and after removal. Driving speeds were measured at two locations: before the speed display (about 100 m before a pedestrian crossing) and after the speed display (roughly at the pedestrian crossing).

The speed displays had a greater impact on quiet than on busy local collector roads, and therefore also greater traffic safety impacts. While the speed display was on, the average speed of all vehicles dropped by 1.5–2.8 km/h at busy sites and 0.5–2.0 km/h at quiet sites. The share of vehicles exceeding the speed limit changed by -17...-4 percentage points at quiet sites and -2...+1 percentage points at busy sites. The corresponding change in the share of vehicles exceeding the speed limit by over 10 km/h was -10...6 percentage points and -14...+7 percentage points. Driving speeds remained lower over time at most of the sites, suggesting that speed displays can have a long-term impact. On the other hand, the speed displays had only a small effect on the change in driving speed during the last 100 meters before the pedestrian crossings.

The average speed effect was weaker for free vehicles compared to all vehicles. The displays thus had a lesser impact on drivers who choose their own speed, which is a negative result for the safety of pedestrians crossing the road. On the other hand, the difference was not found for the share of vehicles exceeding the speed limit. The displays also had a smaller impact in nighttime traffic compared to other times of day.

One week after removing the speed displays, driving speeds were lower than before installation at the pedestrian crossing. This study did not investigate long-term effects after removing speed displays.

Esipuhe

Tämä nopeusnäyttöjen nopeusvaikutuksia käsittelevä tutkimus on tehty Turvalinen liikenne 2025 -konsortiohankkeessa (<http://www.vtt.fi/proj/tl2025/>). Hankkeen jäseniä vuonna 2018 olivat:

- Liikennevirasto (1.1.2019 alkaen Väylävirasto)
- Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (1.1.2019 alkaen Liikenne- ja viestintävirasto Traficom)
- Nokian Renkaat Oyj
- Kehto-foorumi (21 kaupunkia)
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Tutkimuksen tekivät Fanny Malin VTT Oy:stä ja Juha Luoma. Tutkimuksen mitaukset teki Mikko Tiihonen VTT Oy:stä. Työn ohjausryhmään kuuluivat Tuomas Österman ja Jari Taskinen Liikennevirastosta, Anna Schirokoff ja Kaisu Ikonen Liikenteen turvallisuusvirasto Trafista sekä Heljä Aarnikko Tampereen kaupungista. Tuula Salminen ja Matti Heikkinen Lahden kaupungista ja Jarno Hietanen Tampereen kaupungista auttoivat kenttäkokeiden järjestelyissä.

Helsingissä helmikuussa 2018

Väylävirasto

Sisältö

1	JOHDANTO	8
1.1	Tutkimuksen tausta	8
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	9
2	TUTKIMUSMENETELMÄ	10
2.1	Nopeusnäyttötaulut	10
2.2	Kohdepaikat	10
2.3	Mittausjärjestelyt	12
2.4	Tutkimusasetelma ja tunnusluvut	13
	2.4.1 Tutkimusasetelma	13
	2.4.2 Ajonopeudet	13
	2.4.3 Liikenneturvallisuus	14
2.5	Tutkimusaineistot	15
3	TULOKSET	16
3.1	Vaikutukset kaikkien ajoneuvojen ajonopeuksiin	16
	3.1.1 Vaikutukset keskinopeuteen	16
	3.1.2 Vaikutukset nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuteen	18
	3.1.3 Vaikutukset nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuuteen	18
	3.1.4 Lähestymisnopeus eri mittauspisteissä	19
3.2	Vaikutukset vapaasti ajavien ajoneuvojen ajonopeuksiin	20
	3.2.1 Vaikutukset keskinopeuteen	20
	3.2.2 Vaikutukset nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuteen	22
	3.2.3 Vaikutukset nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuuteen	22
	3.2.4 Lähestymisnopeus eri mittauspisteissä	23
3.3	Liikenneturvallisuusvaikutukset nopeusmuutoksen perusteella	24
4	TULOSTEN TARKASTELU	25
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
	LÄHDELUETTELO	28
	LIITTEET	
Liite 1	Tutkimusaineistot	
Liite 2	Mittautulokset - Kaikki ajoneuvot	
Liite 3	Mittautulokset - Vapaasti ajavat ajoneuvot	

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Nopeusnäyttöjä käytetään nykyään kaupungeissa runsaasti. Niiden päätavoitteena on laskea liian suuria ajonopeuksia kohteissa, joissa ajonopeuksien arvioidaan heikentävän liikenneturvallisuutta erityisen paljon, esimerkiksi suojateiden läheisyydessä.

Nopeusnäytöt näyttävät alentavan nopeuksia näytön ollessa toiminnassa, mutta toisaalta nopeudet palaavat suurin piirtein ennalleen näytön sammuttamisen tai poistamisen jälkeen. Seuraavassa muutama poiminta viimeaikaisten tutkimusten päätuloksista.

Rose ja Ullman (2003) mittasivat Yhdysvalloissa ajonopeuksia kahden kaupunkialueella sijaitsevan nopeusnäytön kohdalla: ennen asentamista, heti (0–3 vk) asentamisen jälkeen ja 2–4 kuukautta asentamisen jälkeen. Ennen-vaiheeseen verrattuna keskinopeus aleni 3,4–5,6 km/h heti nopeusnäyttöjen asentamisen jälkeen. Toisessa kohteessa keskinopeus oli palannut ennalleen 2–4 kuukautta asentamisen jälkeen, toisessa kohteessa keskinopeusvaikutus säilyi. Nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus väheni 13–26 %-yksikköä heti asentamisen jälkeen. Ylinopeutta ajaneiden osuus (92 %) oli toisessa kohteessa palannut ennalleen 2–4 kuukautta taulun asentamisen jälkeen.

Walter ja Knowles (2008) ja Walter ja Broughton (2011) mittasivat Isossa-Britanniassa nopeuksia nopeusnäyttöjen (10 kpl) läheisyydessä kolmessa eri vaiheessa: ennen asentamista (1 vk), taulujen ollessa päällä (1–3 vk) ja taulujen poistamisen jälkeen (1–2 vk). Ennen-vaiheeseen verrattuna keskinopeus laski 0–4,7 km/h taulujen kohdalla ja noin 0,3 km/h 200 m taulun jälkeen. Noin 400 m taulun jälkeen keskinopeus oli noin 1,0 km/h korkeampi kuin ennen-vaiheessa. Nopeudet alenivat enemmän kohteissa, joissa oli vähemmän kuin 7 000 ajoneuvoa vuorokaudessa verrattuna vilkkaampiin kohteisiin. Kun nopeusnäytöt oli poistettu, nopeudet palasivat ennalleen.

Gehlert ym. (2012) arvioivat Saksassa erilaisten nopeusnäyttöjen nopeusvaikutuksia yhdessä kohteessa mittaamalla ajoneuvojen nopeuksia ennen taulun asentamista (1 kk), taulun ollessa toiminnassa (2–3 kk) ja taulun poistamisen jälkeen (1–6 kk). Ennen-vaiheeseen verrattuna keskinopeus aleni näyttöjen kohdalla 0,7–3,1 km/h ja nopeusrajoitusta ylittäneiden osuus väheni 3–29 %-yksikköä näyttöjen ollessa toiminnassa. Nopeusnäytön poistamisen jälkeen ajonopeudet palautuivat lähes ennalleen.

Malin ym. (2018) arvioivat nopeusnäyttöjen nopeusvaikutuksia mittaamalla ajonopeuksia kahden näytön kohdalla ja 40–50 m niiden jälkeen kolmessa eri vaiheessa: ennen nopeusnäyttötaulun asentamista, näytön ollessa toiminnassa ja näytön sammuttamisen jälkeen. Taulujen kohdalla keskinopeus aleni 3,1–4,0 km/h, ylinopeutta ajaneiden osuus pieneni 11–23 %-yksikköä ja yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus pieneni 17–19 %-yksikköä. Keskinopeus laski 0,5–1,5 km/h vähemmän 40–50 m nopeusnäytön jälkeen kuin sen kohdalla. Ajonopeudet palautuivat lähes ennalleen, kun näytöt sammutettiin. Nopeusnäyttöjen vaikutus näytti olevan pienempi vapaasti ajaviin ajoneuvoihin (vähintään kuuden

sekunnin aikaväli) verrattuna kaikkiin ajoneuvoihin. Nopeusvaikutukset olivat suunnilleen saman suuruisia päivällä (klo 7–18) ja illalla/yöllä (klo 18–7).

Malin ym. (2018) mittasivat ajonopeuksia kuitenkin vain kahdessa kohteessa suhteellisen lyhyen ajan, eikä tutkimuksessa kontrolloitu liikenteen yleistä nopeuskehitystä. Jotta näyttöjen nopeusvaikutuksista saataisiin luotettavampi ja laajempi käsitys, tutkimusta päätettiin täydentää jäljempänä selostettavilla mittauksilla.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nopeusnäyttöjen lyhyt- ja pitkäaikaisvaikutuksia ajoneuvojen nopeuksiin kahdessa katuymäristössä: vilkkaalla ja rauhallisella paikallisella kokoojakadulla. Lisäksi havaittujen nopeusmuutosten perusteella arvioitiin näyttöjen liikenneturvallisuusvaikutuksia.

2 Tutkimusmenetelmä

2.1 Nopeusnäyttötaulut

Tutkimuksessa käytettiin Viasis Mini -nopeusnäyttötäulua, joka on 63,4 cm leveä ja 78,6 cm korkea (Kuva 1). Taulun yläosaan on painettu teksti "SINÄ AJAT". Alaosassa vuorotteli ajettu nopeus sekä hymiö: vihreä hymyilevä hymiö ilmoitti nopeusrajoituksen noudattamisesta ja punainen vihainen hymiö rajoituksen ylittämisestä.



Kuva 1. Mittauksissa käytetty nopeusnäyttötäulu.

2.2 Kohdepaikat

Nopeusvaikutuksia arvioitiin kahdessa katuymäristössä: sekä vilkkaalla että rauhallisella paikallisella kokoojakadulla. Paikallinen kokoojakatu yhdistää tonttikadut alueellisiin kokoojakatuihin ja pääkatuihin. Molemmissa ympäristöissä oli kaksi kohdetta: *vilkas 1* Lahdessa ja *vilkas 2* Tampereella ja *rauhallinen 1* Lahdessa ja *rauhallinen 2* Tampereella. Lisäksi tehtiin mittauksia kahdessa kontrolikohteessa (*vilkas* Tampereella ja *rauhallinen* Lahdessa). Vaikka kohteet nimettiin liikennemäärän perusteella vilkkaiksi ja rauhallisiksi, ne erosivat muiltakin ominaisuuksiltaan jonkin verran. Kaikkien kohteiden ominaisuudet on kuvattu taulukossa 1 ja kuvissa 2–4.

Taulukko 1. Yhteenveto kohdepaikkojen ominaisuuksista.

Kohde	Ajoradan leveys (m)	Jalankulku- ja pyöräily-järjestelyt	Keski-saareke	Linja-autojen reittiliikennettä
Vilkas 1	6,5	Yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie (3,5 m) molemmilla puolilla	x	x
Vilkas 2	8,5	Yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie (3,5 m) molemmilla puolilla	x	x
Rauhallinen 1	5,5	Yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie (3,5 m) nopeusnäytön puolella	x	-
Rauhallinen 2	6,5	Jalkakäytävä (1,5 m) molemmilla puolilla	-	-
Kontrolli vilkas	7,0	Yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie (3,5 m) molemmilla puolilla	-	x
Kontrolli rauhallinen	6,5	Yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie (3,5 m) molemmilla puolilla	x	-



Kuva 2. Näkymä tulosuunnasta vilkkaalla paikallisella kokoojakadulla: vilkas 1 (vasen) ja vilkas 2 (oikea).



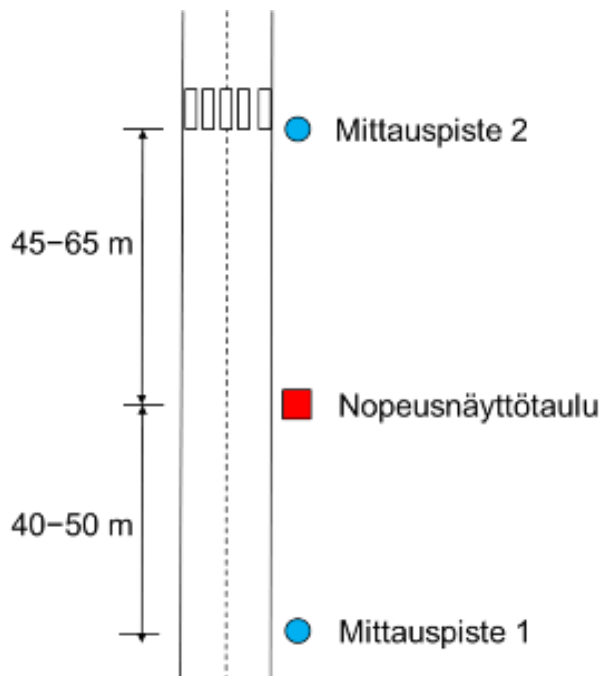
Kuva 3. Näkymä tulosuunnasta rauhallisella paikallisella kokoojakadulla: rauhallinen 1 (vasen) ja rauhallinen 2 (oikea).



Kuva 4. Näkymä kontrollikohteista: kontrolli vilkas (vasen) ja kontrolli rauhallinen (oikea).

2.3 Mittausjärjestelyt

Nopeusnäytöt asennettiin valaisinpylväisiin suoralla tieosuudella 45–65 m ennen suojatietä. Kussakin kohteessa mitattiin nopeuksia ennen nopeusnäyttöä (noin 100 m ennen suojatietä) ja nopeusnäytön jälkeen (suojatien kohdalla) (kuva 5). Kontrollikohteissa mitattiin nopeuksia yhdessä kohdassa 90–100 m ennen suojatietä. Mittaukset tehtiin SDR-tutkailmaisimella, joka mittaa liikkuvien kohteiden nopeuksia yhdessä tienkohdassa mikroaaltotutkatekniikan avulla. Tutkat suunnattiin 45° tien pituusakseliin nähden.



Kuva 5. Tutkimuskohteiden mittausjärjestelyt.

2.4 Tutkimusasetelma ja tunnusluvut

2.4.1 Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelma oli ennen–jälkeen-tutkimus kontrolliaineiston kanssa. Nopeusvaikutukset laskettiin kohdepaikkojen nopeusaineistoista. Kontrolliaineistot kerättiin nopeuksien kausivaihtelun seuraamiseksi suojateiden läheisyydessä, mutta aineistoilla ei kuvata nopeudenmuutoksia lähestymisen eri vaiheissa.

Nopeusnäyttötaulut asennettiin toukokuun alussa ja poistettiin lokakuun alussa (taulukko 2). Ajonopeuksia mitattiin kuudessa vaiheessa.

Taulukko 2. Mittausvaiheet ja niiden alku- ja loppupäivämäärä.

Vaihe	Kuvaus	Alku	Loppu
1	Ennen taulun asentamista	24.4.2018	30.4.2018
	Taulujen asentaminen	3.5.2018	
2	Heti asentamisen jälkeen (näyttö toiminnassa)	5.5.2018	11.5.2018
3	1 kk asentamisen jälkeen (näyttö toiminnassa)	30.5.2018	5.6.2018
4	3 kk asentamisen jälkeen (näyttö toiminnassa)	31.7.2018	6.8.2018
5	5 kk asentamisen jälkeen (näyttö toiminnassa)	24.9.2018	30.9.2018
	Taulujen poistaminen	2.10.2018	
6	Taulun poistamisen jälkeen	8.10.2018	14.10.2018

2.4.2 Ajonopeudet

Nopeusanalyysissä tehtiin ensin trendikorjaus liikenteen kausivaihtelun eliminomiseksi. Kausivaihteluvakio laskettiin kontrollikohteittain jokaiselle mittausvaiheelle vertaamalla keskinopeutta mittausvaiheen 1 keskinopeuteen. Tutkimuskohteiden jokaiseen nopeushavaintoon lisättiin vastaavan kontrollikohteen ja mittausvaiheen kausivaihteluvakio. Kontrollikohteiden keskinopeus eri mittausvaiheissa vaihteli enimmillään vilkkaassa kontrollikohteessä 1,4 km/h ja rauhallisessa kohteessa 0,7 km/h (taulukko 1.1 liitteessä 1).

Trendikorjauksen jälkeen tarkasteltiin suojatien kohdalla keskinopeuksia, ylinopeutta ajaneiden osuuksia ja yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuuksia. Keskinopeuksia vertailtiin myös vuorokaudenajan perusteella: aamu (klo 6.00–11.59), päivä (klo 12.00–17.59), ilta (klo 18.00–23.59) ja yö (klo 00.00–5.59). Keskinopeusmuutosten tilastollista merkitsevyyttä testattiin riippumattomien otosten t-testillä, ja ylinopeusmuutosten tilastollista merkitsevyyttä testattiin Khiin neliö -testillä. Merkitsevyytasoille tehtiin Bonferronikorjaus: $\alpha_B = \alpha/k$, jossa α on 0,05 ja k on 40 (8 laitetta x 5 vertailua mittausvaiheiden välillä).

Lisäksi tarkasteltiin nopeusnäyttöjen vaikutusta kuljettajan lähestymisnopeuden muutokseen vertailemalla mittauspisteiden keskinopeuseroja:

$$\Delta v = (v_{MP2} - v_{MP1}) \quad (1)$$

jossa v on keskinopeus, MP1 on mittauspiste 1 ja MP2 on mittauspiste 2. Δv laskettiin jokaiselle mittausvaiheelle ja nopeusnäytön vaikutus kussakin mittausvaiheessa arvioitiin laskemalla $\Delta v_{MV2...6} - \Delta v_{MV1}$, jossa MV1 on mittausvaihe 1 ja MV2...6 on mittausvaiheet 2–6. Mittauspisteiden keskinopeuseron efektikoon suuruutta testattiin jokaiselle mittausvaiheelle Cohen's d :n avulla:

$$d = \frac{\mu_2 - \mu_1}{s} \quad (2)$$

jossa μ_1 on ensimmäisen otoksen keskiarvo (Δv_{MV1}), μ_2 on toisen otoksen keskiarvo ($\Delta v_{MV2...6}$) ja s on otosten yhdistetty keskihajonta (Cohen, 1988, s. 20). Efektikoon suuruus luokitellaan d :n arvon mukaan seuraavasti:

- 0,01 = erittäin pieni
- 0,20 = pieni
- 0,50 = keskikokoinen
- 0,80 = iso
- 1,20 = erittäin iso
- 2,00 = valtava

Kaikki yllämainitut analyysit tehtiin sekä kaikille että vapaasti ajaville ajoneuvoille. Vapaita ajoneuvoja tarkasteltaessa selvitettiin näyttöjen vaikutukset vain itse nopeutensa valitsevien kuljettajien käyttäytymiseen, koska jonoutuvassa liikenteessä nopeudet määräytyvät ensimmäisenä ajavan nopeuden mukaan. Vapaasti ajavaksi ajoneuvoksi tulkittiin ajoneuvo, jolla oli vähintään 6 s aikaväli edessä olevaan ajoneuvon (Vogel, 2002).

2.4.3 Liikenneturvallisuus

Liikenneturvallisuusvaikutukset arvioitiin aikaisemmissa tutkimuksissa todetun keskinopeuden ja turvallisuuden yhteyden perusteella (mm. Kallberg ym., 2014; Elvik ym., 2019). Arviointi perustui kaikkien ajoneuvojen keskinopeusmuutokseen suojatien kohdalla nopeusnäyttöjen ollessa asennettuna. Keskinopeusmuutosta vastaava liikenneturvallisuusvaikutus laskettiin eksponenttimallilla (Elvik, 2019):

$$\text{Onnettomuuksien suhteellinen lukumäärä} = \alpha \cdot e^{\beta \cdot x} \quad (3)$$

jossa

- x on liikenteen keskinopeus
- e on Neperin luku 2,71828
- α on 0,064 (kuolleiden määrä) ja 1,916 (henkilövahinko-onnettomuudet)
- β on 0,08 (kuolleiden määrä) ja 0,06 (henkilövahinko-onnettomuudet)

2.5 Tutkimusaineistot

Aineistoon sisällytettiin kaikki nopeusnäyttötaulua kohti (saapuvaan suuntaan) ajaneet ajoneuvot ajoneuvotyyppistä riippumatta. Ajoneuvojen lukumäärän vaihteluväli vuorokaudessa oli vilkkaissa kohteissa (1) 1 800–2 200, (2) 4 200–4 500 ja (kontrolli) 3 500–4 000 (taulukko 3). Rauhallisissa kohteissa vastaavat vaihteluvälit olivat (1) 880–950, (2) 1 000–1 200 ja (kontrolli) 1 100.

Taulukko 3. Ajoneuvojen keskimääräinen lukumäärä eri mittausvaiheissa (lkm/vrk).

Vaihe	Vilkas 1	Vilkas 2	Kontrolli, vilkas	Rauhallinen 1	Rauhallinen 2	Kontrolli, rauhallinen
1	2 100	4 300	3 700	920	1 200	1 100
2	2 000	4 400	3 900	920	1 100	1 100
3	2 100	4 600	4 000	980	1 100	1 100
4	1 800	4 300	3 500	880	1 100	1 100
5	2 200	4 600	3 900	920	1 200	1 100
6	2 200	4 200	3 900	950	1 000	1 100

Yhden tutkailmaisimen (rauhallinen 2, mittauspiste 2) toiminnassa esiintyi ongelmia neljännessä mittausvaiheessa. Tutkailmaisimien rekisteröi vain 300–600 havaintoa päivässä, vaikka saman kohteen toisessa tutkailmaisimessa rekisteröitiin 800–1 300 havaintoa päivässä. Liitteen 1 taulukossa 1.2 on esitetty mittauspisteittäin ajoneuvojen yksityiskohtaisemmat lukumäärät eri mittausvaiheissa.

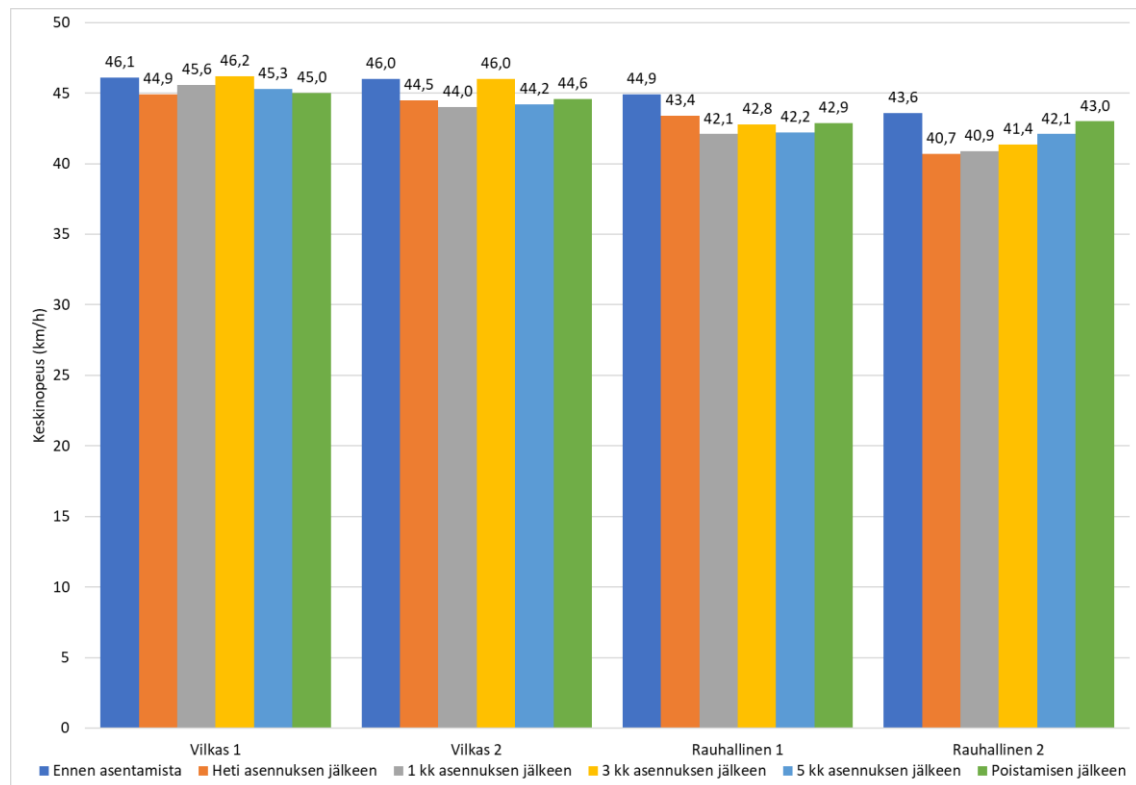
Tunneittain tarkasteltuna ajoneuvojen lukumäärissä ja vapaasti ajavien ajoneuvojen osuuksissa oli eroja arkipäivien ja viikonlopun välillä (liite 1, kuvat 1.1 ja 1.2). Mittausvaiheiden välissä ei näyttänyt olevan eroja, ja molemmat tuntijakaumat olivat hyvin samanmuotoisia eri mittausvaiheissa.

3 Tulokset

3.1 Vaikutukset kaikkien ajoneuvojen ajonopeuksiin

3.1.1 Vaikutukset keskinopeuteen

Nopeusnäytön ollessa asennettuna ja toiminnassa keskinopeus aleni suojatien kohdalla 0,5–2,0 km/h vilkkaissa kohteissa ja 1,5–2,9 km/h rauhallisissa kohteissa ennen-vaiheeseen verrattuna (kuva 6). Kun nopeusnäytöt oli poistettu, keskinopeus oli vilkkaissa kohteissa 1,1–1,4 km/h alaisempi ja rauhallisissa kohteissa 0,6–2,0 km/h alaisempi ennen-vaiheeseen verrattuna. Kaikki keskinopeusmuutokset olivat tilastollisesti merkitseviä ennen-vaiheeseen verrattuna, paitsi vilkkaiden kohteiden neljännessä mittausvaiheessa (liite 2, taulukko 2.1). Kaikkien ajoneuvojen keskinopeudet ylittivät nopeakrajoituksen (40 km/h) jokaisessa mittausvaiheessa.



Kuva 6. Kaikkien ajoneuvojen keskinopeus (km/h) eri mittausvaiheissa suojatien kohdalla.

Taulukossa 4 on esitetty ennen-vaiheen keskinopeudet ja näytön vaikutukset nopeuksiin vuorokauden eri vaiheissa. Ennen-vaiheessa keskinopeus oli kaikissa kohteissa korkeampi yöllä kuin muina vuorokaudenaikoina: vilkkaissa kohteissa ero oli 2,8–4,8 km/h ja rauhallisissa kohteissa 1,7–2,7 km/h. Näyttöjen keskinopeusvaikutukset eivät olleet yöllä tilastollisesti merkitseviä kohdetta vilkas 2 lukuun ottamatta. Muutos ennen-vaiheeseen verrattuna oli rauhallisissa kohteissa suurin päiväliikenteessä verrattuna muihin vuorokaudenaikoihin. Kohdassa vilkas 1 ei ollut selkeää trendiä vuorokaudenaikojen välillä. Kohdassa vilkas 2 keskinopeusmuutos oli suurin yöliikenteessä.

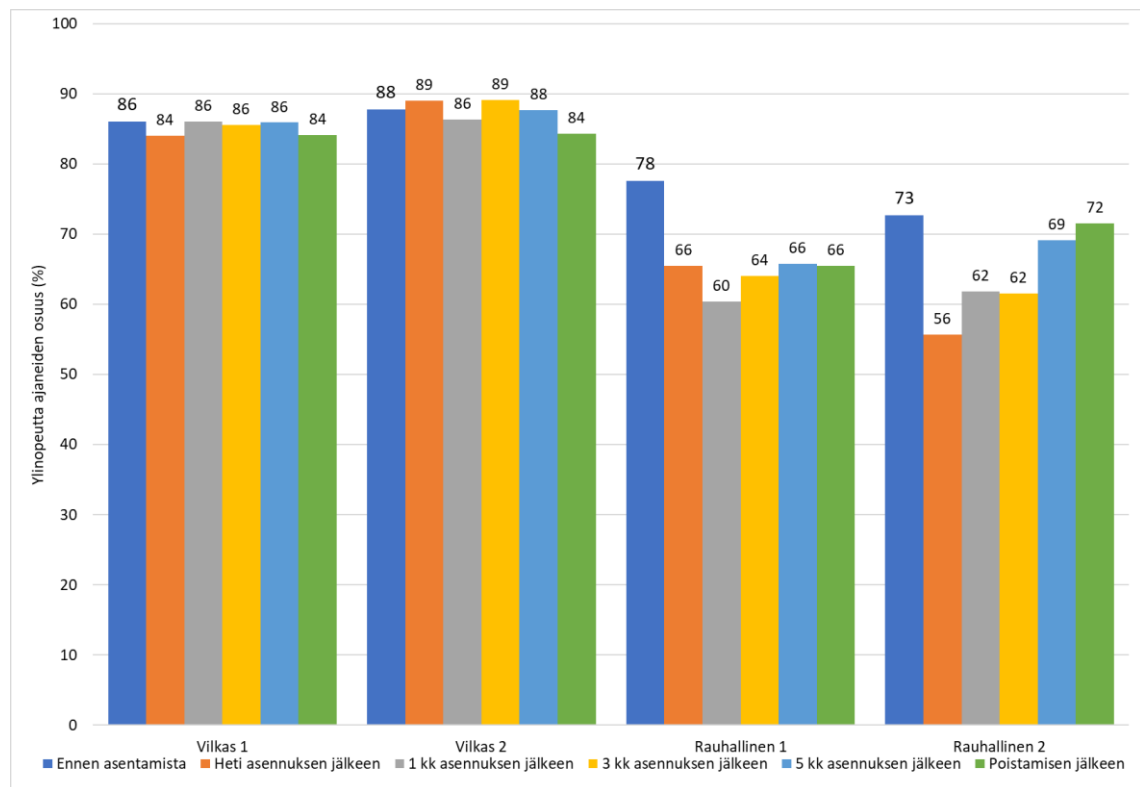
Taulukko 4. Kaikkien ajoneuvojen keskinopeus ja nopeusmuutokset (km/h) eri vuorokaudenaikoina suojatien kohdalla. Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

Keskinopeus (km/h)	Vilkas 1				Vilkas 2				Rauhallinen 1				Rauhallinen 2			
	Aamu	Päivä	Ilta	Yö	Aamu	Päivä	Ilta	Yö	Aamu	Päivä	Ilta	Yö	Aamu	Päivä	Ilta	Yö
Ennen asentamista	46,2	45,9	46,0	48,9	46,5	45,1	46,7	50,8	44,1	44,9	45,5	47,6	43,5	43,5	43,7	45,3
Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-1,4	-1,2	-0,9	-1,3	-1,7	-1,5	-1,7	-2,1	-0,6	-2,0	-1,4	-0,8	-2,8	-3,1	-2,6	-1,4
1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,6	-0,5	-0,3	-0,8	-2,2	-2,0	-2,1	-2,5	-2,0	-3,3	-2,7	-2,6	-2,5	-3,0	-2,3	-2,3
3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,2	0,0	0,2	-0,4	-0,1	-0,1	-0,4	-0,8	-1,6	-2,7	-1,9	-1,8	-2,4	-2,6	-2,3	-0,6
5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,9	-0,5	-1,4	-1,0	-1,8	-1,4	-2,6	-1,7	-2,3	-2,8	-3,2	-2,6	-1,5	-1,4	-1,8	-0,2
Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-1,2	-0,7	-1,5	-0,8	-1,3	-0,9	-2,7	-1,5	-1,6	-2,0	-2,3	-2,1	-0,7	-0,7	-0,5	0,8

3.1.2 Vaikutukset nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuteen

Näytön ollessa asennettuna nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus muuttui ennen-vaiheeseen verrattuna vilkkaissa kohteissa -2...+1 %-yksikköä ja rauhallisissa kohteissa -17...-4 %-yksikköä (kuva 7). Kun nopeusnäytöt oli poistettu, ylinopeutta ajaneiden osuus oli ennen-vaiheeseen verrattuna 2–4 %-yksikköä pienempi, paitsi 12 %-yksikköä pienempi kohteessa *rauhallinen 1*.

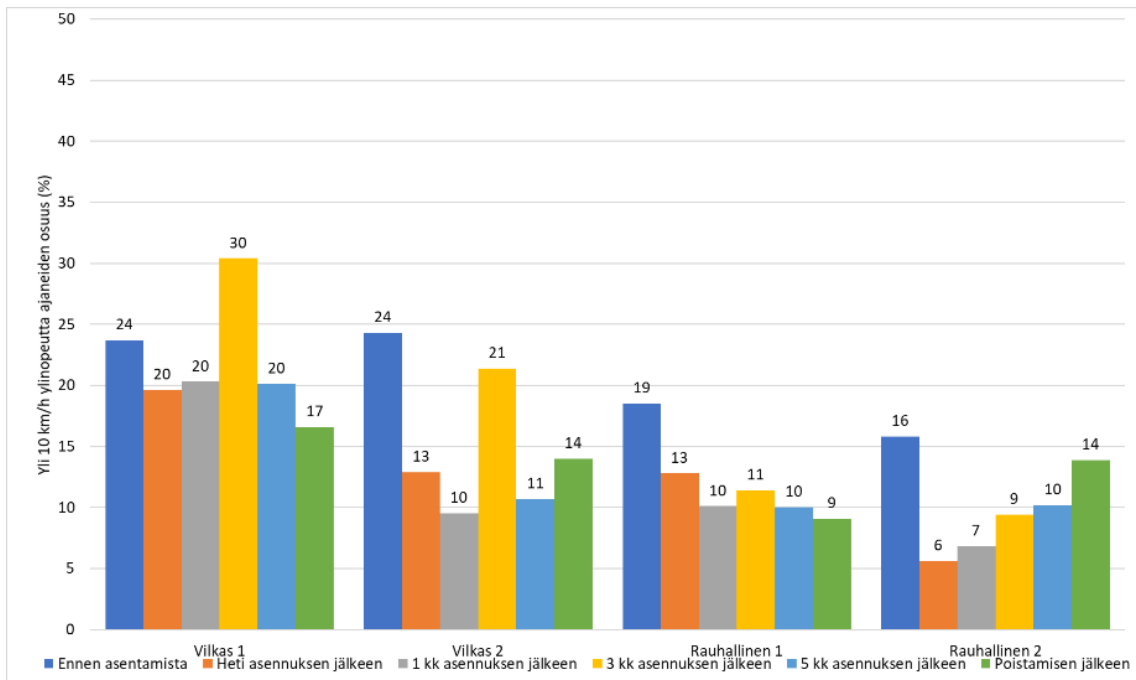
Kaikki muutokset ylinopeutta ajaneiden osuuksissa olivat tilastollisesti merkitseviä ennen-vaiheeseen verrattuna, paitsi toinen ja kuudes vaihe kohteessa *vilkas 1* sekä viides vaihe kohteessa *vilkas 2* (liite 2, taulukko 2.2).



Kuva 7. Kaikkien ajoneuvojen ylinopeutta ajaneiden osuus (%) eri mittausvaiheissa suojatien kohdalla.

3.1.3 Vaikutukset nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuuteen

Vilkaissa kohteissa näyttö muutti nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuutta -14...+7 %-yksikköä ennen-vaiheeseen verrattuna (kuva 8). Rauhallisissa kohteissa vastaava muutos oli -10...-6 %-yksikköä. Kun nopeusnäytöt oli poistettu, osuus oli vilkaissa kohteissa 7-10 %-yksikköä ja rauhallisissa kohteissa 2-9 %-yksikköä pienempi ennen-vaiheeseen verrattuna. Kaikki muutokset ennen-vaiheeseen verrattuna olivat tilastollisesti merkitseviä (liite 2, taulukko 2.3).



Kuva 8. Kaikkien ajoneuvojen yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus (%) eri mittausvaiheissa suojatien kohdalla

3.1.4 Lähestymisnopeus eri mittauspisteissä

Lisäksi laskettiin, muuttivatko kuljettajat ajonopeuttaan viimeisen 100 m matkalla ennen suojatietä eli kahden mittauspisteen välillä. Muutoksen (efektikoon) suuruutta arvioitiin Cohen's d:n avulla. Tulosten mukaan muutokset olivat yleensä *erittäin pieniä* ja joissakin tapauksissa *pieniä* (taulukko 5). Kaikkien ajoneuvojen nopeusjakaumat mittauspisteissä eri mittausvaiheissa on esitetty kuvissa 2.1 ja 2.2 liitteessä 2.

Taulukko 5. Mittauspisteiden keskinopeusero (km/h) eri mittausvaiheissa. Pienet efektit (Cohen's d:n mukaan) on merkitty sinisellä, muut efektit luokiteltiin erittäin pieneksi.

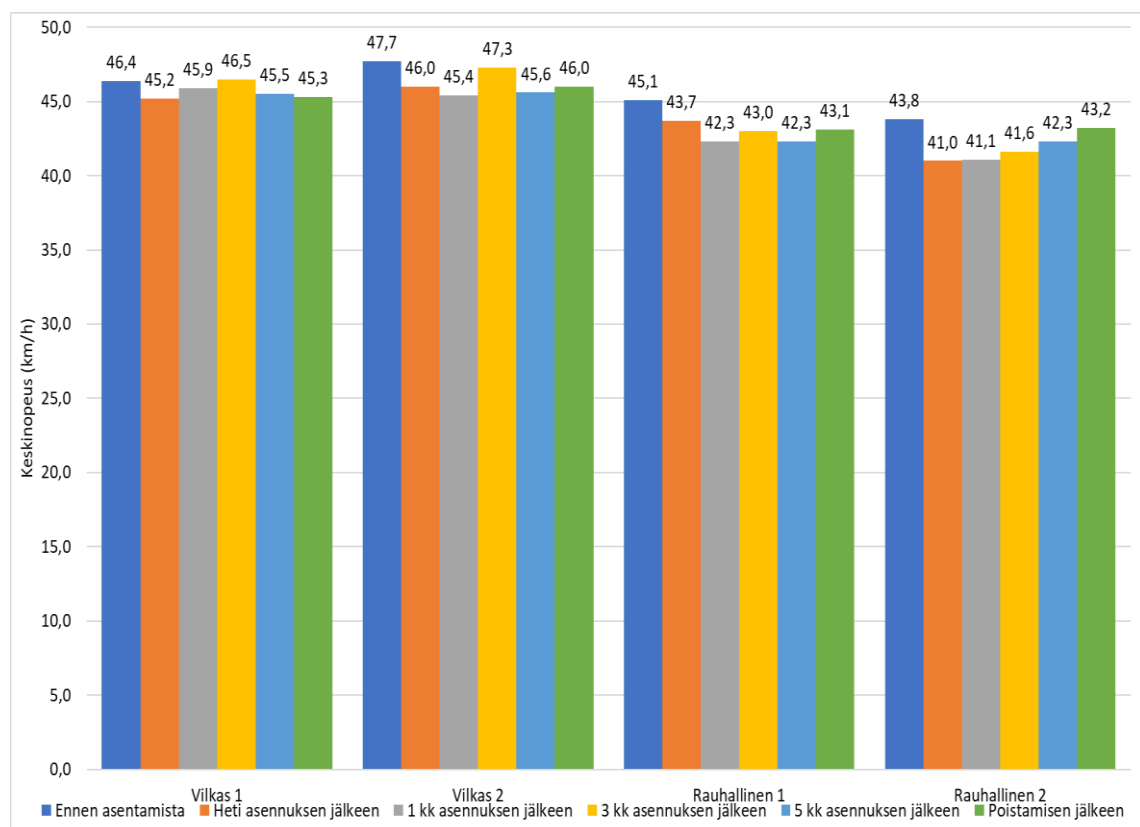
Mittauspisteiden keskinopeusero (km/h)		Vilkas 1	Vilkas 2	Rauh. 1	Rauh. 2
Muutos (km/h)	Ennen asentamista	-5,0	-1,7	-0,9	0,6
	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,5	1,2	-0,1	-0,7
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,2	1,0	-0,2	-0,6
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,2	0,5	0,1	-0,4
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,1	1,5	0,2	-0,3
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,3	0,0	-0,6	-0,3

3.2 Vaikutukset vapaasti ajavien ajoneuvojen ajonopeuksiin

3.2.1 Vaikutukset keskinopeuteen

Nopeusnäytön ollessa asennettuna keskinopeus aleni suojatien kohdalla 0,3–2,2 km/h vilkkaissa kohteissa ja 1,5–2,9 km/h rauhallisissa kohteissa ennen-vaiheeseen verrattuna (kuva 9). Kun nopeusnäytöt oli poistettu, keskinopeus oli vilkkaissa kohteissa edelleen 1,1–1,6 km/h alhaisempi ja rauhallisissa kohteissa 0,6–2,0 km/h alhaisempi ennen-vaiheeseen verrattuna.

Kaikki keskinopeusmuutokset olivat tilastollisesti merkitseviä ennen-vaiheeseen verrattuna, paitsi vilkkaiden kohteiden neljännessä mittausvaiheessa (liite 3, taulukko 3.1).



Kuva 9. Vapaasti ajavien ajoneuvojen keskinopeus (km/h) eri mittausvaiheissa suojatien kohdalla.

Edellä todettiin, että kaikkien ajoneuvojen keskinopeus oli ennen-vaiheessa kaikissa kohteissa korkeampi yöllä kuin muina vuorokaudenaikoina. Sama havainto tehtiin myös vapaista ajoneuvoista (taulukko 6). Nopeusmuutokset eivät muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta myöskään olleet yöllä tilastollisesti merkitseviä. Muutos ennen-vaiheeseen verrattuna oli rauhallisissa kohteissa kaikista vuorokaudenajoista suurin päiväliikenteessä. Kohteessa vilkas 1 ei ollut selkeää trendiä vuorokausien välillä. Kohteessa vilkas 2 keskinopeusmuutos oli suurin yöliikenteessä.

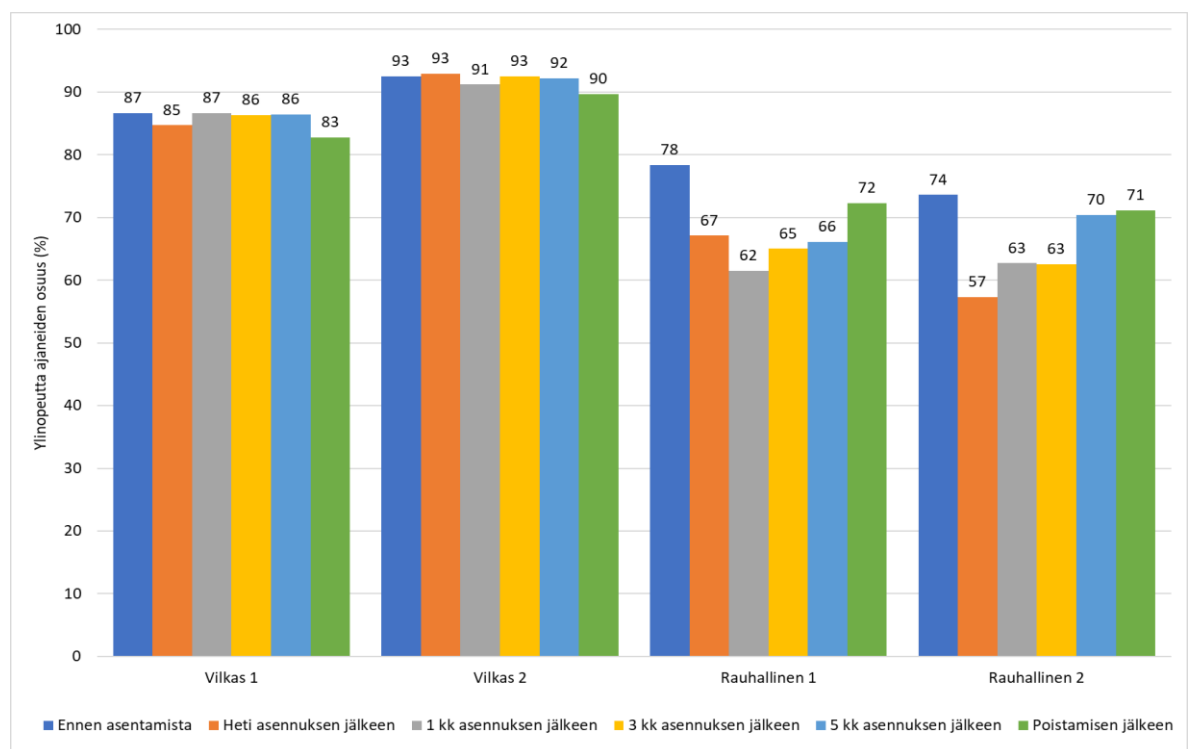
Taulukko 6. Vapaasti ajavien ajoneuvojen keskinopeus ja nopeusmuutokset (km/h) eri vuorokaudenaikoina suojatien kohdalla.
Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

Keskinopeus (km/h)	Vilkas 1				Vilkas 2				Rauhallinen 1				Rauhallinen 2			
	Aamu	Päivä	Ilta	Yö	Aamu	Päivä	Ilta	Yö	Aamu	Päivä	Ilta	Yö	Aamu	Päivä	Ilta	Yö
Ennen asentamista	46,5	46,2	46,2	48,9	47,5	46,9	48,0	51,3	44,3	45,1	45,6	47,5	43,7	43,7	44,1	45,2
Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-1,5	-1,1	-0,9	-1,1	-1,8	-1,7	-1,7	-2,0	-0,5	-2,0	-1,4	-0,7	-2,7	-3,1	-2,7	-1,0
1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,6	-0,6	-0,2	-0,7	-2,3	-2,2	-2,4	-2,5	-2,1	-3,3	-2,6	-2,5	-2,5	-3,0	-2,7	-2,3
3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,2	0,1	0,4	-0,4	-0,2	-0,4	-0,5	-0,7	-1,7	-2,6	-2,0	-1,6	-2,4	-2,4	-2,5	-0,8
5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,9	-0,5	-1,3	-1,0	-2,0	-1,6	-2,9	-1,7	-2,3	-2,9	-3,2	-2,7	-1,6	-1,4	-1,6	-0,2
Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-1,3	-0,7	-1,4	-0,9	-1,4	-1,0	-2,8	-1,6	-1,6	-2,1	-2,3	-2,3	-0,9	-0,5	-0,6	0,8

3.2.2 Vaikutukset nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuteen

Ennen-vaiheeseen verrattuna nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus oli vilkkaissa kohteissa 0–2 %-yksikköä pienempi nopeusnäytön ollessa asennettuna (kuva 10). Rauhallisissa kohteissa vastaava vähennys oli 3–17 %-yksikköä. Kun nopeusnäytöt oli poistettu, ylinopeutta ajaneiden osuus oli 3–6 %-yksikköä pienempi ennen-vaiheeseen verrattuna.

Rauhallisissa kohteissa kaikki muutokset ylinopeutta ajaneiden osuuksissa olivat tilastollisesti merkitseviä ennen-vaiheeseen verrattuna (liite 3, taulukko 3.2). Kohteessa *vilkas 1* vain muutokset toisessa ja kuudennessa vaiheessa olivat tilastollisesti merkitseviä. Kohteessa *vilkas 2* vain muutokset toisessa, kolmannessa ja kuudennessa vaiheessa olivat tilastollisesti merkitseviä.

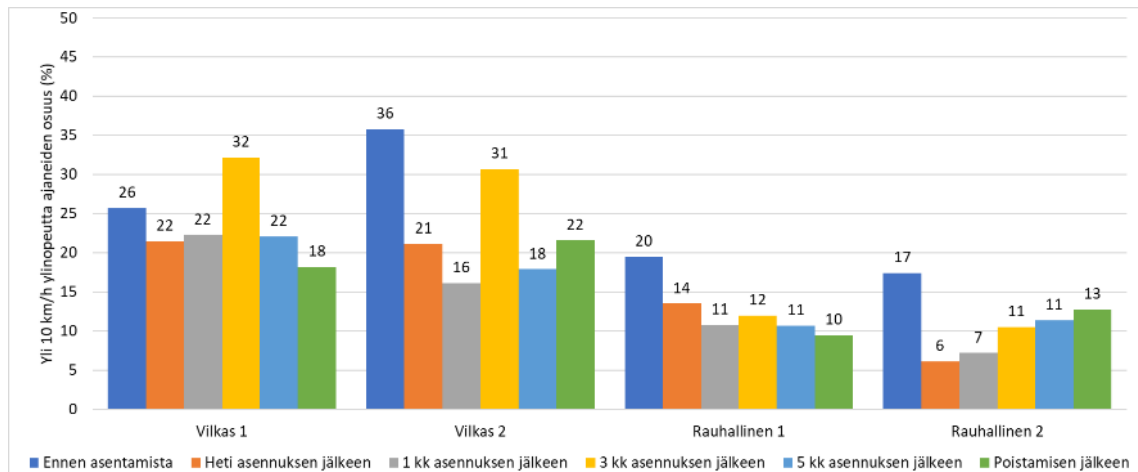


Kuva 10. Vapaasti ajavien ajoneuvojen ylinopeutta ajaneiden osuus (%) eri mittausvaiheissa suojatien kohdalla.

3.2.3 Vaikutukset nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuuteen

Ennen-vaiheeseen verrattuna nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuus muuttui vilkkaissa kohteissa -20...+7 %-yksikköä nopeusnäytön ollessa asennettuna (kuva 11). Rauhallisissa kohteissa vastaava muutos oli -11...-6 %-yksikköä. Kun nopeusnäytöt oli poistettu, yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus vilkkaissa kohteissa oli 8–14 %-yksikköä ja rauhallisissa kohteissa 5–10 %-yksikköä pienempi ennen-vaiheeseen verrattuna.

Kaikki muutokset yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuuksissa olivat tilastollisesti merkitseviä ennen-vaiheeseen verrattuna (liite 3, taulukko 3.3).



Kuva 11. Vapaasti ajavien ajoneuvojen yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus (%) eri mittausvaiheissa suojatien kohdalla

3.2.4 Lähestymisnopeus eri mittauspisteissä

Lisäksi laskettiin, muuttivatko kuljettajat ajonopeuttaan viimeisen 100 m:n matkalla ennen suojatietä eli kahden mittauspisteen välillä. Muutoksen (efektikoon) suuruutta arvioitiin Cohen's d:n avulla. Tulosten mukaan kaikki muutokset olivat erittäin pieniä (taulukko 7).

Taulukko 7. Mittauspisteiden keskinopeusero (km/h) eri mittausvaiheissa.

Mittauspisteiden keskinopeusero (km/h)		Vilkas 1	Vilkas 2	Rauh. 1	Rauh. 2
Ennen asentamista		-4,8	-2,0	-0,8	0,6
Muutos (km/h)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,7	0,4	-0,1	-0,8
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,2	0,2	-0,3	-0,6
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,1	0,2	-0,1	-0,5
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,3	0,9	0,1	-0,4
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,3	-0,1	-0,7	-0,3

3.3 Liikenneturvallisuusvaikutukset nopeusmuutoksen perusteella

Eksponenttimallin perusteella vilkkaalla paikallisella kokoojakadulla nopeusnäytön vaikutus henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään suojatien kohdalla on -11...+1 % ja kuolleiden lukumäärään -15...+1 % (taulukko 8). Rauhallisella paikallisella kokoojakadulla vaikutus henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään on -16...-9 % ja kuolleiden lukumäärään -21...-11 %.

Taulukko 8. Liikenneturvallisuusvaikutukset suojatien kohdalla keskinopeuden muutoksen perusteella nopeusnäytön ollessa asennettu. Turvallisuusvaikutukset on esitetty suuremmasta luvusta pienempään, jotta luvut vastaisivat nopeusmuutoksia.

Kohde	Kaikkien ajoneuvojen keskinopeus suojatien kohdalla(km/h)		Kuolemien lukumäärä (%)	Henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä (%)
	Ennen asentamista	Nopeusnäytön ollessa asennettuna		
Vilkas 1	46,1	44,9...46,2	+1...-9	+1...-7
Vilkas 2	46,0	44,0...46,0	0...-15	0...-11
Rauhallinen 1	44,9	42,1...43,4	-11...-20	-9...-15
Rauhallinen 2	43,6	40,7...42,1	-11...-21	-9...-16

4 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nopeusnäyttöjen lyhyt- ja pitkäaikaisvaikutuksia ajoneuvojen nopeuksiin kahdessa katu ympäristössä: vilkkaalla ja rauhallisella paikallisella kokoojakadulla. Tutkimusasetelma oli ennen-jälkeen-tutkimus kontrolliaineiston kanssa. Ajonopeuksia mitattiin neljässä tutkimuskohteessa kuudessa eri vaiheessa: (1) ennen nopeusnäyttötaulun asentamista, (2) heti asennuksen jälkeen, (3) yksi kuukausi asennuksen jälkeen, (4) kolme kuukautta asennuksen jälkeen, (5) viisi kuukautta asennuksen jälkeen ja (6) taulun poistamisen jälkeen. Nopeusnäytöt sijaitsivat 45–65 m ennen suojatietä. Kussakin kohteessa mitattiin nopeuksia kahdessa pisteessä: ennen nopeusnäyttöä (noin 100 m ennen suojatietä) ja nopeusnäytön jälkeen (noin suojatien kohdalla).

Tulosten mukaan kaikkien ajoneuvojen nopeudet alenivat suojatien kohdalla nopeusnäytön ollessa toiminnassa. Vaikutus keskinopeuteen vaihteli välillä -1,5...-2,8 km/h rauhallisissa ja -0,5...-2,0 km/h vilkkaissa kohteissa. Näytöt vaikuttivat keskinopeuteen yleisesti eniten päivällä ja vähiten yöllä. Näytöt vähensivät rauhallisissa kohteissa ylinopeutta ajaneiden osuutta 4–17 %-yksikköä ja yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuutta 6–10 %-yksikköä. Vilkaissa kohteissa vastaavat muutokset olivat pienempiä tai jopa päinvastaisia: -2...+1 %-yksikköä ja -14...+7 %-yksikköä. Nopeusmuutokset olivat aikaisempien tutkimusten mukaisia, vaikkakin yleisesti määrällisesti pienempiä. Aikaisemmin vastaava keskinopeuden pudotus on ollut välillä 0–5 km/h ja ylinopeutta ajaneiden osuus on vähentynyt 5–25 %-yksikköä (Rose ja Ullman 2003, Walter ja Knowles 2008, Walter ja Broughton 2011 ja Gehlert ym. 2012, Malin ym. 2018).

Vielä viikko näyttöjen poistamisen jälkeen ajonopeudet olivat suojatien kohdalla alhaisempia verrattuna ennen-vaiheeseen. Ennen-vaiheeseen verrattuna keskinopeus oli 0,6–2,0 km/h alhaisempi, ylinopeutta ajaneiden osuus oli 2–12 %-yksikköä pienempi ja yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus oli 2–10 %-yksikköä pienempi. Aikaisemmissa tutkimuksissa nopeudet ovat palautuneet näyttöjen poistamisen jälkeen (Rose ja Ullman 2003, Walter ja Knowles 2008, Walter ja Broughton 2011 ja Gehlert ym. 2012).

Vapaasti ajavien ajoneuvojen keskinopeudet suojatien kohdalla olivat ennen-vaiheessa 0,2–1,7 km/h korkeampia verrattuna kaikkiin ajoneuvoihin. Rauhallisissa kohteissa näytön vaikutukset vapaasti ajavien nopeuksiin olivat suunnilleen samansuuruisia kuin kaikkien ajoneuvojen nopeuksiin, koska suurin osa (60–100 %) ajoneuvoista ajoi vapaasti. Vilkaissa kohteissa vaikutus keskinopeuteen oli -0,3...-2,2 km/h, ylinopeutta ajaneiden osuuteen -2...-1 %-yksikköä ja yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuuteen -20...+7 %-yksikköä. Vaikutukset ylinopeutta ajaneiden osuuksiin olivat siten saman suuruisia kuin kaikkien ajoneuvojen osuuksiin. Keskinopeusvaikutus oli kuitenkin pienempi vapaasti ajaviin ajoneuvoihin, mikä viittaa siihen, että nopeusnäytöillä oli pienempi vaikutus niihin kuljettajiin, jotka itse valitsevat nopeutensa. Näytöt vaikuttivat myös vapaiden ajoneuvojen keskinopeuteen yleisesti eniten päivällä ja vähiten yöllä.

Kohteessa *vilkas* 2 mittauspisteiden välillä tapahtui kiihdytystä (kaikki: 0,5–1,5 km/h ja vapaasti ajavat: 0,4–0,9 km/h). Muissa kohteissa vaikutus sekä kaikkien että vapaasti ajavien ajoneuvojen keskinopeuseroon vaihteli välillä -0,8...+0,2 km/h. Nopeusnäytöt laskivat siis nopeuksia kaiken kaikkiaan suhteellisen vähän, ja vaikutus oli pienempi niihin, jotka itse valitsevat nopeutensa. Toisaalta mittauspisteiden väli oli melko lyhyt ja liikennetilanteesta riippuen kuljettaja on voinut nähdä nopeusnäytön viestin jo ensimmäisessä mittauspisteessä.

Nopeusmuutosten perusteella lasketut näytön liikenneturvallisuusvaikutukset olivat suurempia rauhallisissa kohteissa kuin vilkkaissa kohteissa: vaikutukset henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään ovat rauhallisissa kohteissa - 9...-16 % ja vilkkaissa kohteissa +1...-11 %. Vastaavat vaikutukset kuolleiden lukumäärään ovat -11...-21 % ja +1...-15 %.

5 Johtopäätökset

Nopeusnäytöt näyttävät alentavan ajonopeuksia paikallisen kokoojakadun suojatien kohdalla näyttöjen ollessa toiminnassa. Erityisesti suurimmat ylinopeudet (yli 10 km/h) vähenivät. Näytöillä oli suurempi vaikutus rauhallisella kuin vilkkaalla kadulla ja siten myös liikenneturvallisuusvaikutukset olivat rauhallisella kadulla suurempia. Näytöillä oli pienempi vaikutus niihin kuljettajiin, jotka itse valitsevat nopeutensa, mikä on jalankulkijoiden turvallisuuden kannalta kielteinen tulos. Näytöillä oli pienempi vaikutus yöliikenteessä verrattuna muihin vuorokauden aikoihin.

Nopeusnäytöt olivat asennettuna viiden kuukauden ajan, ja nopeuden lasku säilyi ajan myötä ainakin useimmissa kohteissa, mikä viittaa siihen, että nopeusnäytöt voivat alentaa nopeuksia myös pitkällä aikavälillä. Viikko nopeusnäyttöjen poistamisen jälkeenkin ajonopeudet olivat vielä ennen-vaiheeseen verrattuna alhaisempia, mutta tässä tutkimuksessa ei selvitetty pidempiaikaisia vaikutuksia näytön poistamisen jälkeen. Suojatien kohdalla todetulla keskinopeuden alentumisella olisi myönteinen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Toisaalta on aiheellista huomata, että nopeusnäyttöjen nopeusvaikutukset voivat olla suhteellisen pieniä: tämän tutkimuksen kaikissa kohteissa ajoneuvojen keskinopeus ylitti nopeusrajoituksen siitä riippumatta, oliko näyttö toiminnassa vai ei.

Lähdeluettelo

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.

Elvik, R., Høye, A., Sørensen, M. & Vaa, T. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. Second edition. Emerald Group Publishing Limited, Bingley.

Elvik, R., Vadeby, A., Hels, T. & van Schagen, I. (2019). Updated estimates of the relationship between speed and road safety at the aggregate and individual levels. *Accident Analysis & Prevention*, 123, 114–122.

Gehlert, T., Schulze, C. & Schlag, B. (2012). Evaluation of different types of dynamic speed display signs. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 15, 667–675.

Kallberg, V.-P., Luoma, J., Mäkelä, K., Peltola, H. & Rajamäki, R. (2014). *Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset*. VTT Technology 197. Espoo: VTT.

Malin, F., Luoma, J., Peltola, H. & Silla, A. (2018). Nopeusnäyttöjen nopeusvaikutukset kaupunkiympäristössä. *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 8/2018*. 34 s.

Rose, E.R ja Ullman, G.L. (2003). Evaluation of dynamic speed display signs (DSDS). Report 0-4475-1. Texas Transportation Institute. College Station, Texas.

Vogel, K. (2002). What characterizes a "free vehicle" in an urban area? *Transport Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5, 15–29.

Walter, L. K. and Knowles, J. 2008. Effectiveness of speed indicator devices on reducing vehicle speeds in London. PPR 314. Transport for London, London Road Safety Unit.

Walter, L. and Broughton J. 2011. Effectiveness of speed indicator devices: An observational study in South London. *Accident Analysis and Prevention*, 43, 1355–1358.

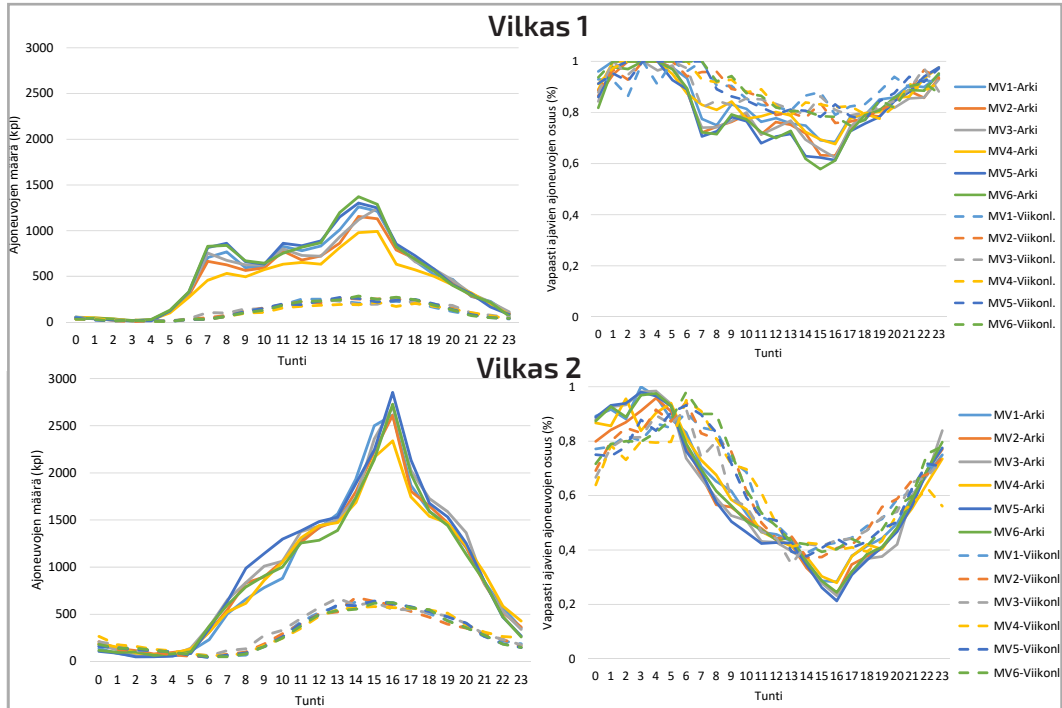
Tutkimusaineistot

Taulukko 1.1 Kaikkien ajoneuvojen keskinopeus (km/h) eri mittausvaiheissa kontrollipisteittäin.

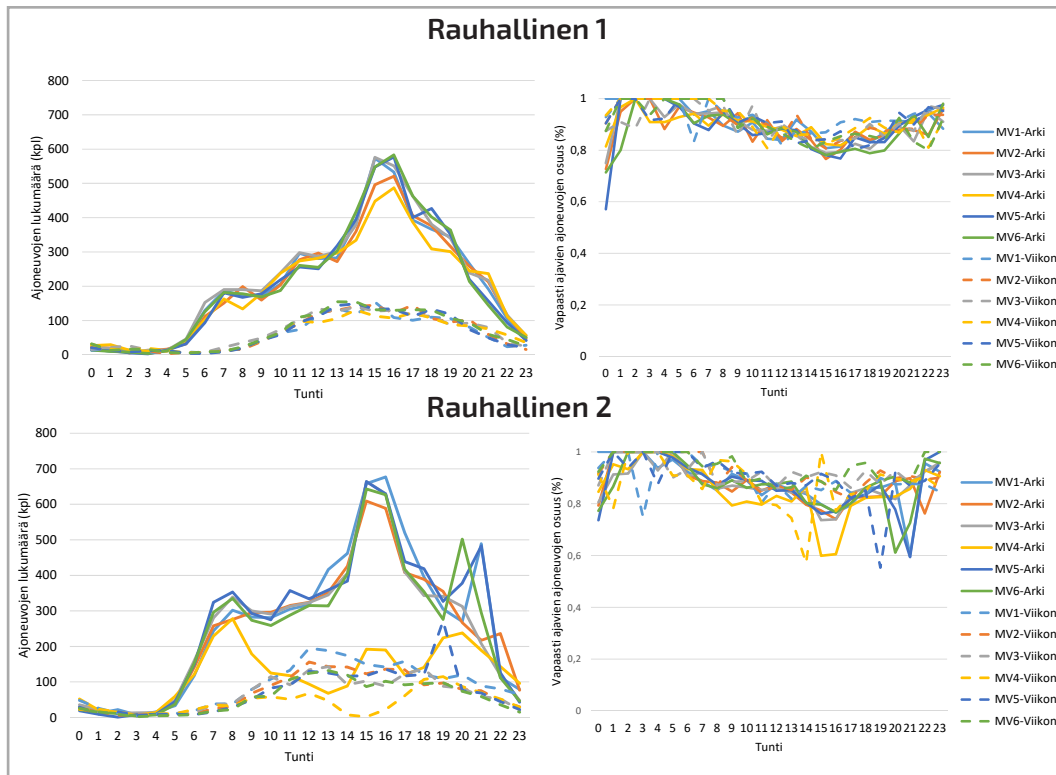
Vaihe	Kontrolli, vilkas	Kontrolli, rauhallinen
1	48,2	41,5
2	48,3	41,4
3	48,6	40,9
4	49,2	41,0
5	48,4	41,6
6	47,8	41,3

Taulukko 1.2 Ajoneuvojen lukumäärä eri mittausvaiheissa (lkm/vko). Mittauspiste 1 sijaitsi 40–50 m ennen nopeusnäyttöä ja mittauspiste 2 45–65 m nopeusnäytön jälkeen (suojatien kohdalla).

Vaihe	Vilkas 1		Vilkas 2		Kontrolli, vilkas	Rauhallinen 1		Rauhallinen 2		Kontrolli, rauhallinen
	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	
1	14856	15050	30701	30047	25758	6403	6462	8517	8466	7732
2	14163	14355	30778	30219	27189	6392	6411	7628	7610	7597
3	14760	14953	32411	31901	28072	6827	6881	7535	7558	7932
4	12278	12494	30410	29925	24816	6141	6190	7704	4010	7643
5	15698	15852	32321	31669	27623	6434	6469	8122	8127	7798
6	15661	15823	30037	29563	26994	6630	6661	7368	7377	7619



Kuva 1.1 Ajoneuvojen lukumäärän tuntijakauma (vasemmalla) ja vapaasti ajavien ajoneuvojen osuuden tuntijakauma (oikealla) mittausvaiheittain vilkkaalla paikallisella kokoojakadulla (MV = mittausvaihe).



Kuva 1.2 Ajoneuvojen lukumäärän tuntijakauma (vasemmalla) ja vapaasti ajavien ajoneuvojen osuuden tuntijakauma (oikealla) mittausvaiheittain rauhallisella paikallisella kokoojakadulla (MV = mittausvaihe).

Mittaustulokset - Kaikki ajoneuvot

Taulukko 2.1 Kaikkien ajoneuvojen keskinopeuden muutos (km/h) verrattuna ennen-vaiheeseen mittauspisteittäin. Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

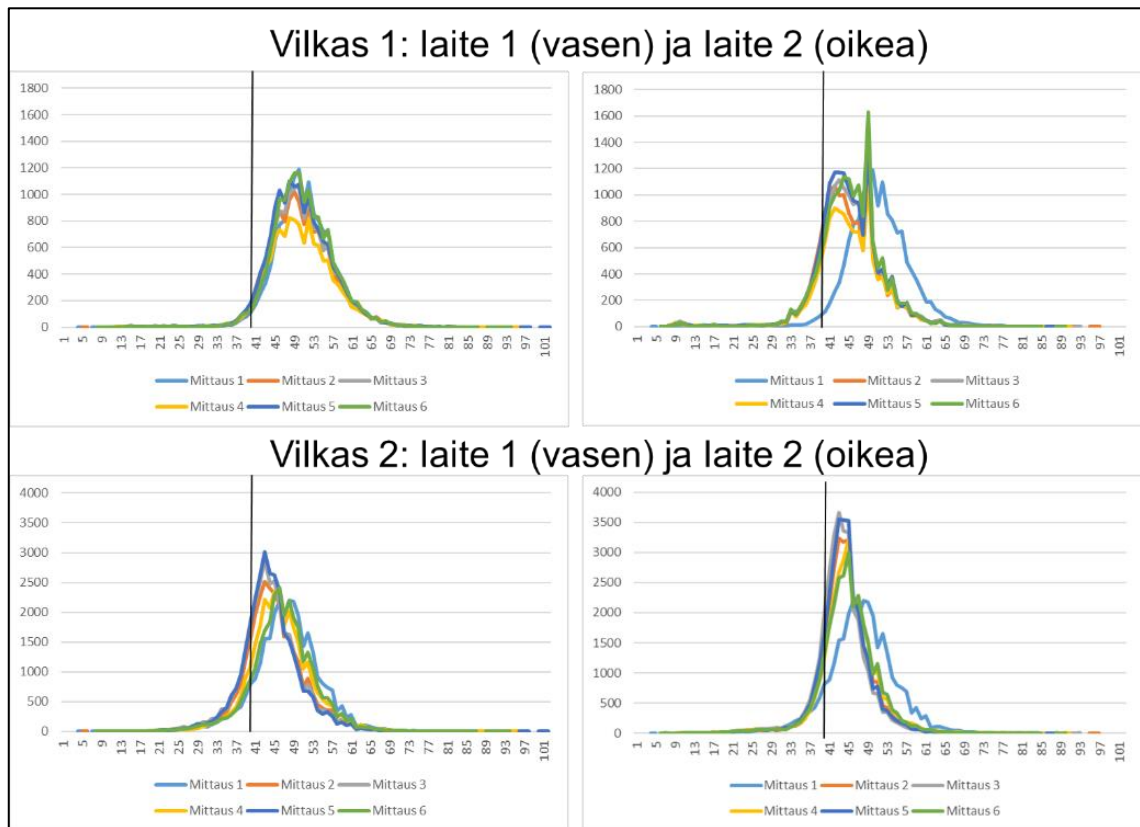
Keskinopeus (km/h)		Vilkas 1		Vilkas 2		Rauh. 1		Rauh. 2	
		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2
Ennen asentamista		51,1	46,1	47,7	46,0	45,8	44,9	43,0	43,6
Muutos (km/h)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,7	-1,2	-2,7	-1,5	-1,4	-1,5	-2,2	-2,9
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,3	-0,5	-3,0	-2,0	-2,6	-2,8	-2,1	-2,7
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,3	0,1	-0,5	0,0	-2,2	-2,1	-1,8	-2,2
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,7	-0,8	-3,3	-1,8	-2,9	-2,7	-1,2	-1,5
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,8	-1,1	-1,4	-1,4	-1,4	-2,0	-0,3	-0,6

Taulukko 2.2 Kaikkien ajoneuvojen ylinopeutta ajaneiden osuuden muutos (%) verrattuna ennen-vaiheeseen mittauspisteittäin. Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

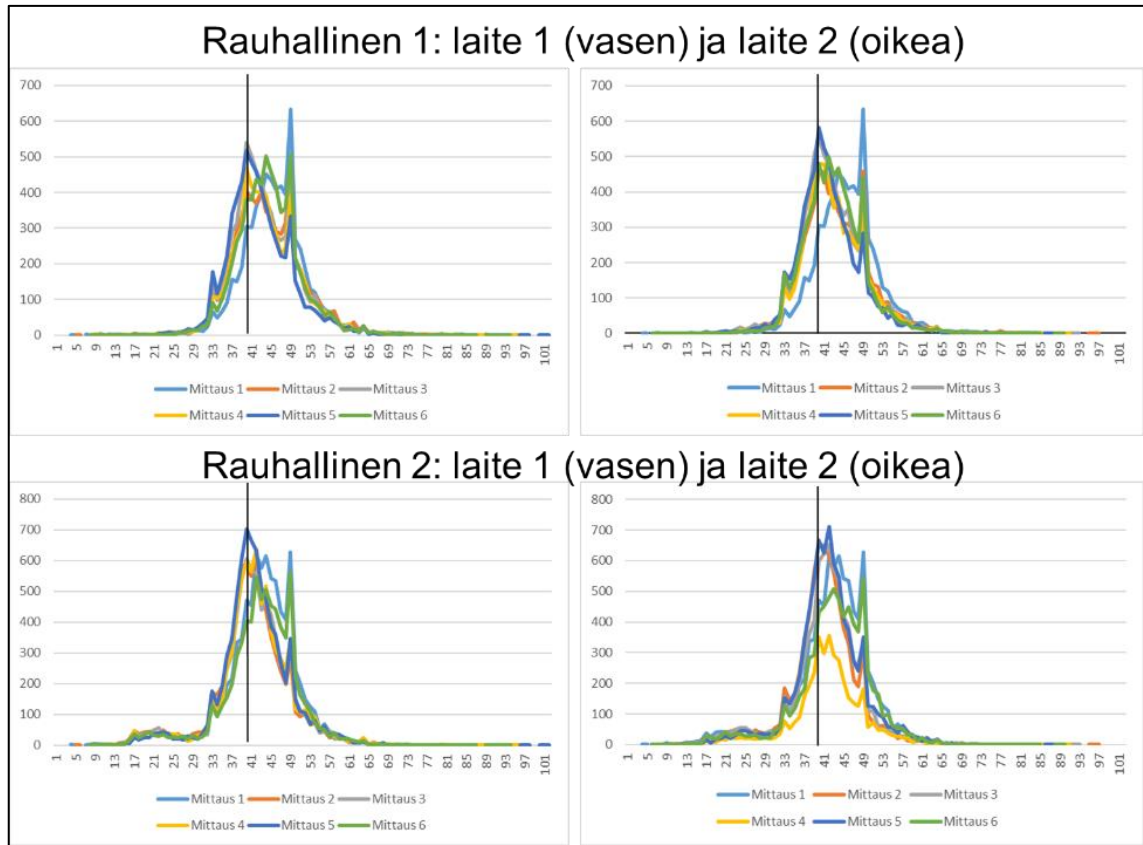
Ylinopeutta ajaneiden osuus (%)		Vilkas 1		Vilkas 2		Rauh. 1		Rauh. 2	
		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2
Ennen asentamista		97,1	86,0	88	87,8	81,6	77,6	70,2	72,7
Muutos (%-yksikköä)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,4	-2,0	-4,0	1,2	-11,7	-12,1	-15,8	-17,0
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,1	0,0	-5,8	-1,5	-15,5	-17,2	-11,8	-10,9
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,2	-0,4	0,3	1,3	-12,7	-13,6	-10,9	-11,2
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,0	-0,1	-5,1	-0,1	-13,2	-11,8	-4,0	-3,6
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,5	-1,9	-1,7	-3,5	-6,8	-12,1	-0,8	-1,2

Taulukko 2.3 Kaikkien ajoneuvojen yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuuden muutos verrattuna ennen-vaiheeseen mittauspisteittäin.
Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

Yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus (%)		Vilkas 1		Vilkas 2		Rauh. 1		Rauh. 2	
		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2
Ennen asentamista		59,3	23,7	37,3	24,3	22,3	18,5	13,7	15,8
Muutos (%-yksikköä)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-7,0	-4,1	-17,3	-11,4	-5,9	-5,7	-5,9	-10,2
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-6,3	-3,4	-20,4	-14,8	-8,5	-8,4	-5,4	-9,0
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,1	6,7	-5,1	-2,9	-6,6	-7,1	-4,4	-6,4
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-7,6	-3,6	-21,8	-13,6	-9,4	-8,5	-3,5	-5,6
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-11,3	-7,1	-12,7	-10,3	-8,5	-9,4	-3,2	-1,9



Kuva 2.1 Vilkkaiden kohteiden nopeusjakauma ennen nopeusnäyttöä (laite 1) ja suojatien kohdalla (laite 2) eri mittausvaiheissa. Nopeusrajoitus on merkitty pystyviivalla.



Kuva 2.2 Rauhallisten kohteiden nopeusjakauma ennen nopeusnäyttöä (laite 1) ja suojatien kohdalla (laite 2) eri mittausvaiheissa. Nopeusrajoitus on merkitty pystyviivalla.

Mittaustulokset - Vapaasti ajavat ajoneuvot

Taulukko 3.1 Vapaasti ajavien ajoneuvojen keskinopeuden muutos (km/h) verrattuna ennen-vaiheeseen mittauspisteittäin. Tilastollisesti merkitsevät erot ($p \leq 0,05$) on merkitty sinisellä.

Keskinopeus (km/h)		Vilkas 1		Vilkas 2		Rauh. 1		Rauh. 2	
		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2
Ennen asentamista		51,2	46,4	49,7	47,7	45,9	45,1	43,2	43,8
Muutos (km/h)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,5	-1,2	-2,1	-1,7	-1,4	-1,5	-2,1	-2,9
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,2	-0,5	-2,4	-2,2	-2,5	-2,8	-2,1	-2,8
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,3	0,2	-0,5	-0,3	-2,1	-2,2	-1,7	-2,2
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,6	-0,9	-3,0	-2,1	-2,9	-2,8	-1,1	-1,5
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,8	-1,1	-1,5	-1,6	-1,3	-2,1	-0,3	-0,6

Taulukko 3.2 Vapaasti ajavien ajoneuvojen ylinopeutta ajaneiden osuuden muutos (%) verrattuna ennen-vaiheeseen mittauspisteittäin. Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

Ylinopeutta ajaneiden osuus (%)		Vilkas 1		Vilkas 2		Rauh. 1		Rauh. 2	
		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2
Ennen asentamista		96,9	86,6	92,4	92,5	82,2	78,4	71,5	73,6
Muutos (%-yksikköä)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,5	-1,9	0,4	0,4	-11,2	-11,3	-14,9	-16,3
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,1	0,0	-0,1	-1,3	-14,8	-16,9	-11,4	-10,9
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,1	-0,3	1,0	0,0	-12,2	-13,4	-10,6	-11,1
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	0,0	-0,2	-0,3	-0,3	-12,8	-12,3	-3,1	-3,2
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,6	-3,8	-0,8	-2,8	-6,4	-6,1	-0,8	-2,5

Taulukko 3.3 Vapaasti ajavien ajoneuvojen yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuuden muutos verrattuna ennen-vaiheeseen mittaus-pisteittäin. Tilastollisesti merkitsevät erot ($p < 0,05$) on merkitty sinisellä.

Yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden osuus (%)		Vilkas 1		Vilkas 2		Rauh. 1		Rauh. 2	
		MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2	MP 1	MP 2
Ennen asentamista		59,6	25,7	49,7	35,8	23,3	19,5	15	17,4
Muutos (%-yksikköä)	Heti asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-5,4	-4,2	-18,1	-14,7	-6,1	-6,0	-6,3	-11,3
	1 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-5,3	-3,4	-21,6	-19,7	-8,7	-8,7	-6,1	-10,2
	3 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-0,3	6,5	-6,2	-5,1	-6,8	-7,5	-4,7	-6,9
	5 kk asentamisen jälkeen - ennen asentamista	-6,9	-3,6	-24,2	-17,9	-9,6	-8,8	-3,6	-6,0
	Poistamisen jälkeen - ennen asentamista	-10,5	-7,5	-15,2	-14,2	-8,8	-10,0	-3,6	-4,6



ISSN 2490-0982
ISBN 978-952-317-672-0
www.vayla.fi